

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Vesivoimalaitoksen jäähdytysvesijärjestelmän uusiminen

Henry Killström

Tekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Konetekniikka
Insinööri(AMK)

KEMI 2011

ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun konetekniikan koulutusohjelmassa. Työn toimeksiantajana oli Kemijoki Oy.

Koulun puolesta ohjaajana toimi Ari Pikkarainen ja Kemijoki Oy:n puolesta ohjaajana toimi koneinsinööri Ari Leppänen sekä valvojana suunnitteluinsinööri Heikki Kusmin.

Kiitän heitä kaikkia saamastani tuesta ja ohjauksesta opinnäytetyön aikana.

Lisäksi kiitän perhettäni, joka on jaksanut kannustaa ja tukea opiskeluni sekä tämän opinnäytetyön aikana.

Rovaniemellä 15.11.2011

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu,	Tekniikan ala
Koulutusohjelma	Konetekniikka
Opinnäytetyön tekijä	Henry Killström
Opinnäytetyön nimi	Vesivoimalaitoksen jäähdytysputkiston uusiminen
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	15.11.2011
sivumäärä	30 + 10 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	Ins. YAMK Ari Pikkarainen
Yritys	Kemijoki Oy
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Koneinsinööri Ari Leppänen / suunnittelupäällikkö Heikki Kusmin

Opinnäytetyön aihe tuli Kemijoki Oy:ltä. Tavoitteena oli suunnitella jäähdytysvesiputkiston uusiminen Lieksankosken vesivoimalaitokselle.

Voimalaitos on rakennettu 1963 ja jäähdytysputket on sen aikaisen tavan mukaan valmistettu kuparista. Järjestelmässä on hiekkasuodatin, joka sitoo jokivedessä olevan humuksen itseensä. Suodatinjärjestelmän hiekka uusitaan vähintään kerran vuodessa. Suodatinjärjestelmään on 1980-luvulla uusittu, ruostumattomasta teräksestä oleva rakenne.

Jäähdytysvesi on kuluttanut kuparista putkistoa, varsinkin putkiston käyrien osien ainevahvuudet ovat pienentyneet huomattavasti alkuperäisestä. Suodatinjärjestelmä on toimiva, mutta suodatinhiekan vaihdosta halutaan päästä eroon.

Putkiston uusiminen toteutetaan ruostumattomilla / haponkestävillä komponenteilla. Samoin suodatinjärjestelmä uusitaan itsestään puhdistuvaksi ja näin ollen huoltovapaaksi. Putkiston kokoa pienennetään tarvetta vastaavaksi. Suodatinjärjestelmän asemointi muutetaan sekä sille rakennetaan uusi tyhjennyslinja.

Työhön kuului I- ja II-koneelle tulevan jäähdytysvesijärjestelmän muutokset ja mitoittaminen kuvien mukaan sekä materiaaliluettelon, PI-kaavion, työpiirustusten ja työselostuksen tekeminen.

Opinnäytetyön tuloksena Kemijoki Oy saa tarvittavat tiedot jäähdytysvesijärjestelmän uusimiseen muiden kuin kustannuksien osalta.

Asiasanat: vesivoimalaitos, putkistomuutos, PI-kaavio

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Mechanical Engineering
Name	Henry Killström
Title	Renewal of Cooling System in Hydro Power Plant
Type of Study	Bachelor's Thesis
Date	15 November 2011
Pages	30 + 10 appendixes
Instructor	Ari Pikkarainen (MEng)
Company	Kemijoki Oy
Contact Person/Supervisor from Company Manager	Ari Leppänen (Eng) / Heikki Kusmin Design

The topic for the bachelor's thesis was received from Kemijoki Oy. The objective of the thesis was to design the renewal of cooling systems in the Lieksankoski Hydro Power Plant.

Lieksankoski hydro power plant was built in 1963 and its cooling pipelines are made of copper. The system has a sand filter which absorbs humus from the river water into itself. The sand of the filter system needs to be renewed at least once a year. In the 80s the structure of the filter system was rebuilt from stainless steel.

The cooling water has worn the copper piping, especially the material thickness in the curves has decreased significantly from the original. The filter system in the hydro power plant is working well but the aim is to get rid of the changing of the sand.

The renewal of the pipeline will be made of stainless steel and acid proof components. The filter system will be renewed to the self cleaning system and it will be service-free. The size of the pipeline will be decreased to meet the need. The positioning of the filter system will be changed and the new drain mode will be built.

The thesis consists of the changes for I and II machines' cooling system, the dimensioning according to the pictures, the material list, PI chart, designs and description coursework.

With this thesis Kemijoki Oy receive all information needed for the renewal of the cooling system except the costs of the changes and material.

Keywords: Power Plant, Pipeling Renewal, PI chart

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	I
TIIVISTELMÄ	II
ABSTRACT	III
SISÄLLYSLUETTELO	IV
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	V
1. JOHDANTO	1
2. PUTKISTOSUUNNITTELU	4
2.1. Putkistosuunnittelun kehitys	5
2.2. Putki – ja instrumentointikaavio	7
2.3. PI-kaavion kirjainmerkit	8
2.4. Putkiston valinta	12
2.5. Kannakkeiden valinta	14
3. ESISUUNNITTELU	16
3.1. Putkiluokan määrittely	17
3.2. Kannakkeiden määrittely	17
3.3. Suodattimen määrittely	18
4. SUUNNITTELU	19
4.1. Putkisto	19
4.2. Suodatinjärjestelmä	21
4.3. Työselostus	21
4.4. Materiaaliluettelo	25
4.5. PI-kaavion päivittäminen	25
4.6. Positionumeroinnin tekeminen	26
5. EDUT JA HYÖDYT	27
5.1. Työntekijä	27
5.2. Ostaja	27
5.3. Budjetin laatija	27
5.4. Arkistointi	27
6. YHTEENVETO	28
7. LÄHDELUETTELO	29
8. LIITELUETTELO	30

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PI-Kaavio

Prosessi- ja instrumentointikaavio

PSK

Prosessiteollisuuden standardoimiskeskus

1. JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Kemijoki Oy:n omistaman Lieksankosken vesivoimalaitoksen jäähdytysvesijärjestelmän uusimista. Laitos on rakennettu 1963 ja sen aikaisen rakennustavan mukaan jäähdytysvesiputkistot ovat kuparisia. Vesi on kuluttanut putkistoa vuosien saatossa ja niiden uusiminen on tullut ajankohtaiseksi. Samalla uusitaan suodatinjärjestelmä, vanha hiekkasuodatin korvataan uudella itse puhdistuvalla suodattimella.

Pääosin koneistojen sisältä on jäähdytysjärjestelmä uusittu 2000-luvulla ja nyt koneille tulevan syöttölinjan uusiminen nähtiin tarpeelliseksi. Lieksankoskelle tullaan tekemään vuosina 2012–2015 koneistojen peruskunnostus, toiseen koneistoon tehonnosto. Tämä osaltaan vaikuttaa myös jäähdytysvesiputkiston uusimiseen, samalla kummankin koneiston automatiikka uusitaan. Järjestelmään uusitaan ja lisätään komponentteja tarkemman / nopeamman mittaustulosten saavuttamiseksi, paremmin kulutusta ja korroosiota kestävän materiaalin sekä paremman huollettavuuden takia.

Tavoitteena opinnäytetyössä on jäähdytysvesijärjestelmän uusimiseen tarvittavien työpiirustusten ja PI-kaavion tekeminen. Vanha alkuperäinen 1960-luvulla tehty PI-kaavio päivitetään vastaamaan nykyisiä piirustusstandardeja. Työhön kuuluu myös työmaalle tehtävien työselostusten sekä budjetoinnissa ja hankinnoissa tarvittavien materiaaliluetteloiden tekeminen. Opinnäytetyöhön ulkopuolelle rajataan kustannusten laatiminen ja vanhan asbestieristeisen putkiston purkamisen suunnittelutyö.

Projektissa on käytetty apuna Kemijoki Oy:n tietokannassa olevia piirustusmateriaalia sekä tutustuttu Lieksankosken voimalaitokseen paikan päällä. Dokumentointi tapahtui mittavälineiden ja kameran avulla.

Yhtenä osana tätä työtä oli myös tekijän ammattitaidon kehittyminen sekä osaamisen laajentuminen oman osaamisalueen ulkopuolelle. Uusia asioita ja eri näkökulmia työn edetessä tuli runsaasti esille, näiden asioiden omaksumisessa on tulevaisuudessa paljon hyötyä.

Kemijoki Oy perustettiin vuonna 1954 Kemijoen vesistöalueen vesivoiman rakentajaksi ja vesivoimatuotannon toteuttajaksi. Vesivoiman rakentaminen Kemijoella koettiin tärkeäksi, koska Suomi oli menettänyt 1944 rauhanteon yhteydessä noin 30 % vesivoimastaan ja sähköä tarvittiin jälleenrakennustyön ja teollisen kehityksen edistämiseen.

Kemijoki Oy:n ensimmäinen voimalaitos, Petäjäskoski, rakennettiin vuosina 1953–1957. Petäjäskoskea seurasi vuonna 1956 Pirttikosken tunnelivoimalaitoksen rakentaminen, joka oli mittava työ: kallioon louhittiin 2,5 kilometriä pitkä päätunneli. Voimalaitoksia rakennettiin sarjatyönä 50- ja 60 -luvulla. Kemijoelle nousi laitos joka toinen vuosi. Taivalkoski valmistui 1976 ja oli kahdeksas laitos Kemijoen pääuomalla. Sen jälkeen siirryttiin rakentamaan Kitistä, jonka viimeinen laitos Kelukoski valmistui 2001.

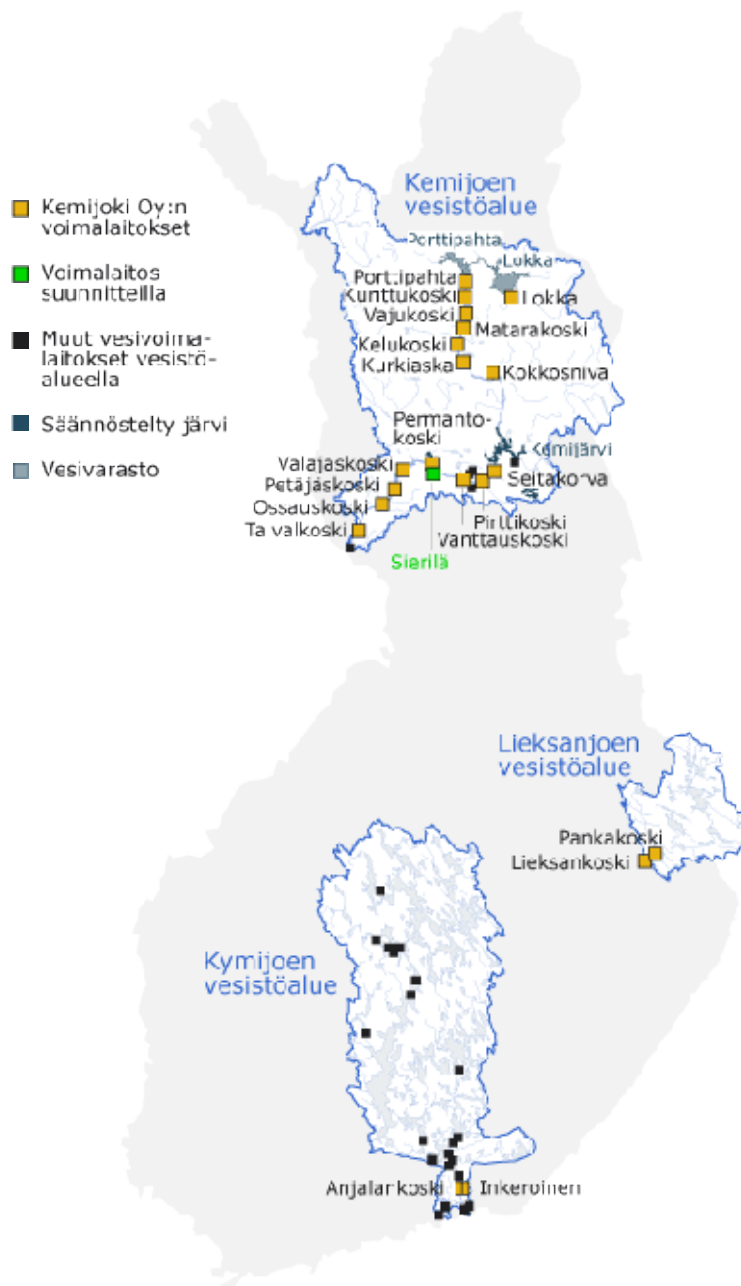
Kemijärven säännöstelyn sekä Lokan ja Porttipahdan tekojärvien suunnittelu aloitettiin jo 50-luvulla. Kemijärven säännöstely alkoi vuonna 1966, sitä seurasi Lokka vuonna 1967 ja Porttipahta vuonna 1970.

Siihen aikaan yhtiön pääkonttori sijaitsi Helsingissä. Rovaniemen kauppalan todettiin sijaitsevan keskeisellä paikalla Petäjäskosken ja Pirttikosken rakennustyömaiden välillä, joten sinne rakennettiin toimitalo vuonna 1957. Rovaniemen toimitaloa laajennettiin vuonna 1980 ja pääkonttoriksi se muutettiin vuonna 1992.

Kemijoki Oy:n omistukseen tulivat vuonna 2000 Lieksanjoelta Lieksankosken ja Pankakosken voimalaitokset. Lieksankoski on rakennettu vuonna 1960 ja Pankakoski vuonna 1964.

Laitokset sijaitsevat saman joen varrella Lieksan kaupungin alueella. Kuvassa 1 näkyy voimalaitoksien sijainti Suomen kartalla.

Näiden laitosten peruskunnostus / tehonnosto sijoittuvat vuosille 2012–2016. Kummassakin laitoksessa on kaksi koneistoa, joista toiseen tehdään tehonnosto peruskunnostuksen lisäksi.



Kuva 1. Voimalaitoksien ja vesistöalueiden sijainti. /4/

Vesivoima on merkittävä uusiutuva sähköntuotantomuoto Suomessa. Vesivoimalla tuotetaan energiaa noin 13 000 GWh vuodessa ja se vastaa noin 60 prosenttia kaikesta uusiutuvilla energialähteillä tuotetusta sähköstä. Kemijoki Oy:n tuotanto on noin kolmannes kotimaisesta vesivoimalla tuotetusta sähköstä. /4/

2. PUTKISTOSUUNNITTELU

Teollisuusputkistoilla on monia eri käyttötarkoituksia ja niiden rakenne poikkeaa monesti toisistaan. Yhteistäkin niillä on, sillä kaikissa siirtyy materiaa joko kiinteää, neste- tai kaasumaista. Putkistot yhdistävät komponentteja toisiinsa esimerkiksi jäähdyttimiä, venttiileitä, pumppuja, suodattimia.

Suunnittelijan työ on merkittävässä asemassa laitoksen kokonaissuunnittelussa. Hän toimii yhteistyössä eri laitetoimittajien, tilaajan edustajien, huoltohenkilökunnan ja mahdollisten viranomaisten ja tarkastajien kanssa.

Putkistoa suunnitellessa on otettava huomioon myös muita asioita kuin pelkästään suoraan itse prosessiin liittyvät. Vanhaan rakennukseen putkistomuutosta tehtäessä pitää selvittää mihin voi asentaa putkistolle kannattimet, mistä voi tehdä läpiviennin ja ovatko vanhat dokumentit totuudenmukaisia.

Näin voidaan välttää työmaalla tehtävät muutokset, jotka ovat kokonaiskustannuksiltaan korkeammat kuin suunnittelupöydällä. Työmaalla ei ole välttämättä kaikki se tieto, mikä pitää ottaa putkistoa tehtäessä huomioon. Siellä tehtävät muutokset voivat jäädä myös dokumentoimatta, joka aiheuttaa hankaluuksia työn suorittamiseen myöhemmässä vaiheessa.

Putkistosuunnittelun lähtökohta on tuottaa mahdollisimman hyvät suunnitelmat putkistolle, jotta sen rakentaminen onnistuisi ongelmitta. Tekijällä olisi kaikki työhön tarvittavat, helposti luettavat / ymmärrettävät dokumentit putkiston toteuttamiseksi.

Putkistosuunnittelun osuus jää usein liian vähälle huomiolle, kun aloitetaan suunnitteluprojekti. Se saatetaan nähdä vain välttämättömänä osana laitosinvestointeja, vaikka tosiasiassa putkistosuunnittelun osuus teollisuusprojektin toteuttamisessa on usein hyvin merkittävä osa kokonaisuutta. Suomessa putkistosuunnittelua ei kouluissa juurikaan opeteta ja niinpä iso osa nykyisistä suunnittelijoista saanut oppinsa työelämän kautta.

Asiakkaan, laitoksen ja viranomaisen määräämät asetukset on otettava huomioon suunnitelmia tehdessä, tämä myös usein sitoo suunnittelijan kädet tehtävän tekemiselle. Suunnittelua taas helpottaa putkiston koostuminen standardiosista, jolloin valmiit komponentit löytyvät helposti eikä niitä tarvitse itse suunnitella.

Suunnitelman tavoitteena ei ole tehdä kuvankauniita kokonaisuuksia. Tarkoituksena on näyttää tekijälle toimintaohjeet putkiston valmistamiseksi, varmistaa sen toimivuus, saada kustannuksiltaan alhainen ja sitä kautta tyytyväinen suunnitelman tilaaja.

2.1. Putkistosuunnittelun kehitys

Putkistosuunnittelu on samanikäinen kuin vanhin putkikin – luonnollisesti. Suunnittelun merkitys on noussut huomattavasti, kun prosessiteollisuuden vaatimukset, niin kustannuksien kuin aikataulujen osalta, ovat tiukentuneet.

Ennen putkistotyöt tehtiin vasta sen jälkeen, kun kaikki muut rakenteet, koneet ja sähkölinjat oli sijoitettu tehdassaleihin. Näin työ oli hidasta, kun piti ottaa huomioon esimerkiksi rakennuksien väliseinät ja niiden läpiviennit, koneitten sijainti ja niiden kiertäminen yms. putkistolinjaa tehdessä. Menetelmä on käytössä myös tänä päivänä putkistosuunnittelussa, putkistoa uusitaan tai vanhaan tehdään muutoksia kuten tässä opinnäytetyössä.

Myöhemmin putkistosuunnitelmat otettiin mukaan jo rakennusten ja tehdaskokonaisuuksien suunnitteluvaiheessa. Näin saatiin putkistojen ja tarvittavien komponenttien piirustukset pääsuunnittelijan / arkkitehdin pöydälle jo suunnittelun alkuvaiheessa.

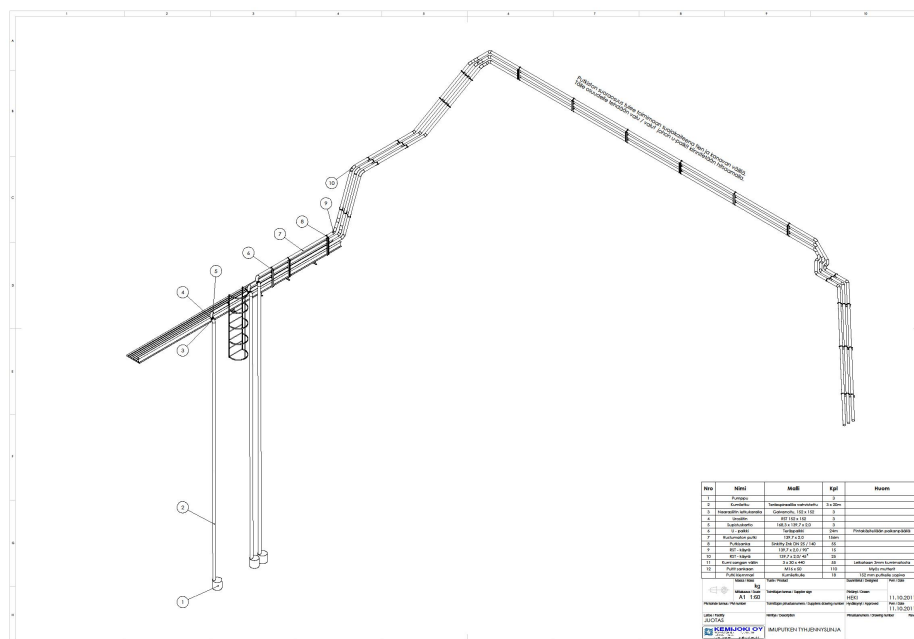
Putkistosuunnitelmia tehtiin alussa kaksiulotteisia piirustuksia piirtämällä, siten otettiin huomioon mahdolliset ongelmakohdat ja saatiin poistettua ne ennen varsinaisen prosessin valmistumista.

Seuraava vaihe oli, kun ryhdyttiin käyttämään isometristä järjestelmää piirtämiseen. Kuva oli helpommin luettavissa kun käytössä oli myös ”syvyysakseli”. Tämä vaati piirtäjältä huolellisuutta ja tarkkuutta.

Piirustuslaudat ja viivoittimet poistuivat vähitellen suunnittelusta ja tilalle tulivat tietokoneet. Aluksi tietokoneella piirrettiin vain kaksiulotteisia eli 2D-kuvia, hankaluus niiden lukemisessa oli kuvien kokonaisuuksien hahmottaminen, olivat ne sitten piirretty käsin tai tietokoneella.

Avuksi piirtämiseen tuli tietokoneitten kehittyessä kolmiulotteinen eli 3D-mallintaminen (kuva 2). Kaikki rakenteet, putkistot, koneikot, yms. voitiin mallintaa niiden todellisilla mitoilla. Kun kaikki oli mallinnettu, niin kuvaa voitiin katsoa eri kulmista ja siitä saada mittoja tarpeiden mukaan.

Näytöltä voitiin myös tarvittaessa poistaa kaikki muu näkyvistä ja tutkia vain putkilinjaa, tai sitten voitiin katsoa tehdasta kolmiulotteisesti mistä suunnasta tahansa. Näin kokonaisuus oli helpommin hahmotettavissa / luettavissa.



Kuva 2. Esimerkki Solidworksilla tehdystä putkilinjasta.

Alkuperäisiä kuvia, mitkä tässä työssä ovat mukana, ei kannata mallintaa 3D-kuviksi. Silloin pitäisi mallintaa myös olemassa olevat rakenteet ja se ei vastaisi tarkoitusta. Työn määrästä tulisi liian suuri suhteessa saatuun hyötyyn.

Eri materiaalien ominaisuudet ja tekninen dokumentointi on kehittynyt / muuttunut paljon viimeisten vuosikymmenten aikana. Kynät, piirustuspöydät, tuoteluettelot ja suuret huonetilat ovat jääneet historiaan kun tilalle ovat tulleet tietokoneet, tämä on tuonut helpotusta myös putkistosuunnittelijan työhön mutta vaatii myös jatkuvaa koulutusta sillä suunnittelu- ja piirustusohjelmiin tulee muutoksia lähes vuosittain.

2.2. Putki – ja instrumentointikaavio

Kun tehdään prosessiteollisuuden ja laitoksien mittaus- ja säätötekniikan eli instrumentointilaitteiden toimintoja kuvaavia toimintakaavioita, käytetään erilaisia tunnuksia ja piirrosmerkkejä.

Tunnukset ja piirrosmerkit ovat standardisoituja, jotka ovat käytössä kaikilla tekniikan osa-alueilla riippumatta osien prosessien laadusta. Tätä toimintakaaviota eli piirustusta kutsutaan PI-kaavioksi.

PI- kaavion keskeiset standardit :

SFS 4285 Prosessikaaviot.

SFS 4286 Prosessikaavioiden piirrosmerkit.

SFS 4103 Instrumentoinnin piirrosmerkit. Mittaus- ja säätötekniiset perusmerkit.

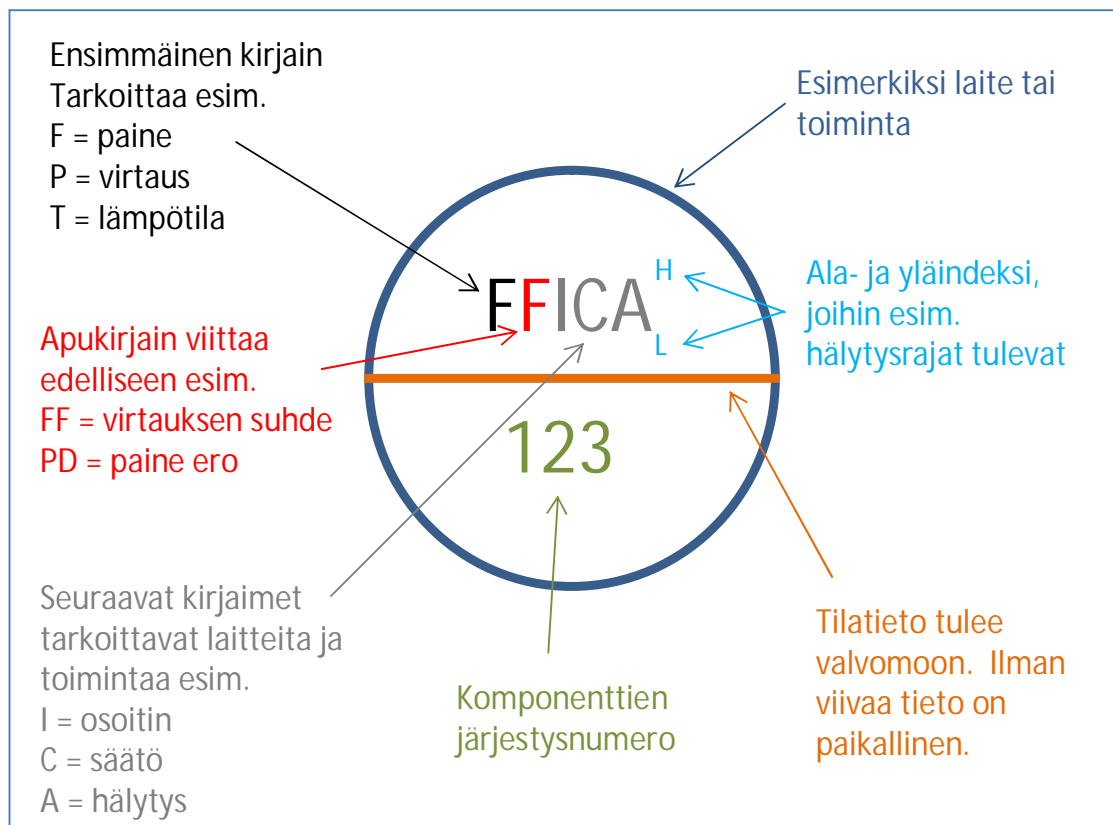
Tunnuksien ja piirrosmerkkien tarkoitus on antaa helposti ymmärrettävän muotoon perustiedot asennus-, instrumentointi-, ja putkipiirustusten tekemistä varten.

Merkit määrittelevät laitteiden toiminnan, mutta eivät niiden rakennetta. /8/

PI-kaaviossa tulee esille kaikki laitteet, putket, venttiilit ja niiden tunnuksat. Lisäksi kaaviosta käy selville mittapisteet, mahdolliset säätöpiirit, varolaitteet ja hälytysrajat.

Kaaviossa ei esitetä putkiston / rakenteiden mittoja eikä kannakkeita / laippoja tai niiden kiinnikkeitä.

2.3. PI-kaavion kirjainmerkit



Kuva 3. Piirrosmerkin sisältö. /7/

Mittaus suureilla ja valvomolaitteilla on omat kirjaintunnuksensa (kuva 3).

Ensimmäinen kirjain ympyrän sisällä kertoo mitä mitataan tai säädetään, eli se kertoo mittaussuureen.

Seuraavat kirjaimet kertovat, mihin valvomolaitteeseen mittaussignaali on kytketty. Valvomolaitteet ovat säädin, osoitinkoje, piirturi ja laskuri. Jos laitteita on useampia, kirjainten järjestys on I, R, C, T, Q, S, Z, A.

Hälytys (A = alarm) merkitään ympyrän sisällä aina viimeiseksi kirjaimeksi. Tarkennus, onko ala- vai ylähälytys, merkitään ympyrän ulkopuolelle oikeaan ylänurkkaan (H = high) tai alanurkkaan (L = low).

Kaikille mittaussuureille ei ole omaa kirjaintunnusta. Silloin voidaan käyttää Q -kirjainta ja ympyrän ulkopuolelle, oikeaan alanurkkaan, laitetaan kirjaintunnus. Esimerkkinä pH:n mitta

Joissakin tapauksissa sama kirjain voi merkitä kahta eri asiaa:

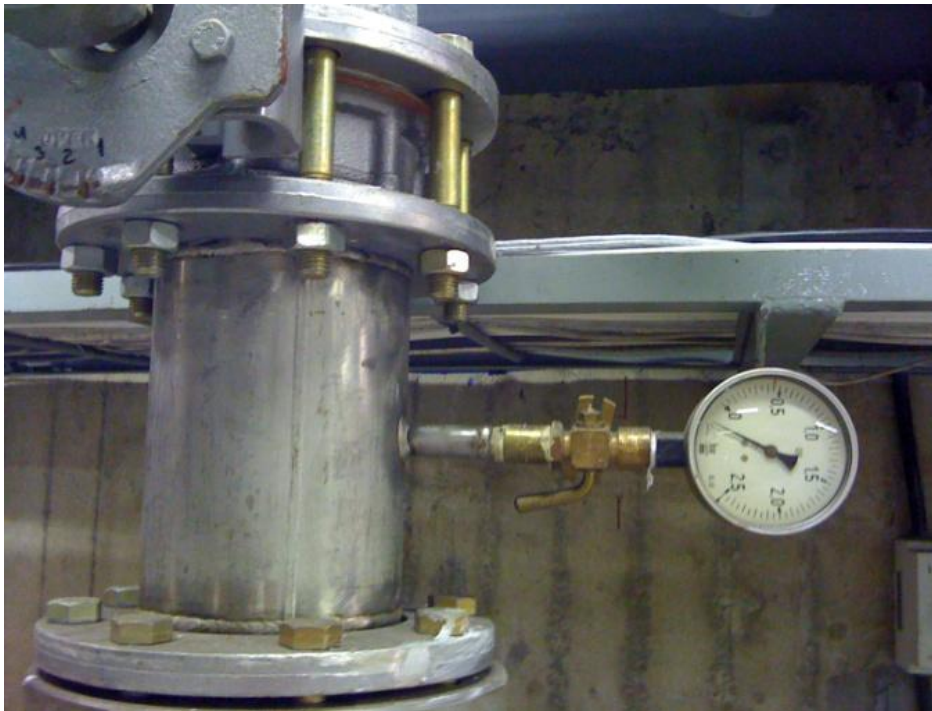
T ympyrän sisällä ensimmäisenä kirjaimena tarkoittaa lämpötilaa (T=temperature), mutta jos se tulee ensimmäisen kirjaimen jälkeen, se tarkoittaa lähettintä (T=transmitter) /3/.

Taulukko 1. Mittasuureiden kirjaintunnukset. /2/

	I. kirjaimena	II. kirjaimena
D = density	Tiheys	ero
E = electric	sähköinen suure	anturi
F = flow	virtaus	Suhde
L = level	pinnankorkeus	
M = moisture	kosteus	
P = pressure	Paine	
Q = quality	Laatu	laskuri
R = radioactivity	radioaktiivisuus	piirturi
S = speed	nopeus	kytkin
T = temperature	lämpötila	lähetin
V = viscosity	viskositeetti	
W = weight	paino, massa	
Z		lukitustoiminta

Taulukko 2. Valvomolaitteiden kirjaintunnukset, aina ympyrän sisällä ns. seuraavana kirjaimena. /2/

C = controller	säädin
I = indicator	osoitinkoje
R = recorder	piirturi
Q = quantity	laskuri



Kuva 4. Paine, osoitinkoje. (PI)

PI tarkoittaa painemittapistettä, josta näkee paikallisesti paineen.



Kuva 5. Lämpötila, anturi. (TE)

TE tarkoittaa lämpötilan mittapistettä, joka lähettää tietoa eteenpäin mutta lämpötilasta ei saa tietoa paikallisesti.



Kuva 6. Virtaus, osoitinkoje, anturi ja lähetin. (FEI)

FEI tarkoittaa virtausmittapistettä, joka lähettää tietoa eteenpäin ja esittää virtauksen määrän paikallisesti.

2.4. Putkiston valinta

PSK on prosessiteollisuuden standardoimiskeskus, joka tekee Suomeen soveltuvia standardeja käyttäen hyväksi kansainvälisiä kehysstandardeja. PSK-standardi kattaa suurimmaksi osaksi putkiston suunnitteluun liittyvät asiat, kuten putkireitti-, isometri-, laitesijoittelu- ja aluekarttapiirustukset /5/.

Putkistoluokalla tarkoitetaan samaan putkilinjaan soveltuvien putkien ja putkenosien valikoimaa, jossa mitat ja materiaalit on määritetty. Putkiluokkiin kuuluvia putkenosia ovat suorat putket, putkikäyrät, putkikartiot, T-putket, T-haarat, putkikaulukset, laipat, päädyt, kierteelliset putkenosat, ruuvit, mutterit, aluslaatat ja tiivisteet.

Putkilinjan putkiluokka valitaan virtaavan aineen, korroosion, olosuhteiden, paineen ja lämpötilan perusteella. Luokkia käytetään putkistosuunnittelun, hankinnan, rakentamisen sekä kunnossapidon apuvälineenä. Putkiluokan täydellinen merkintä sisältään sanan putkiluokka, putkiluokkastandardin, kirjaimen E, nimellispaineen lukuarvon (bar), materiaalitunnuksen ja lisätunnuksen.

Esimerkiksi: Putkiluokka PSK4233 E 16 H1 A

Putkiluokilla tarkoitetaan yhdenmukaista käytäntöä valita putkiston eri osien materiaali, käytetyt ulkomitat ja paksuudet jotain tiettyä käyttötarkoitusta varten. Usein lähtökohtana on virtaava aine x tai aineryhmä, jonka vaatimukset materiaalien, paineen ja lämpötilan kannalta ovat samanlaiset. Tällöin putkiluokan mitoitusperusteena on tietty paine-lämpötilayhdistelmä, jonka mukaan kaikkien putkenosien mitoitus tapahtuu.

Putkiluokilla saavutettavia etuja ovat yhdenmukaiset materiaalit ja mitat, jotka helpottavat suunnittelua ja valmistusta. Lisäksi ne helpottavat komponenttien saatavuutta ja lyhentävät toimitusaikoja, kun käytettyjen komponenttien mitat ja paksuudet ovat eri projekteissa aina samoja. Standardinmukaisten putkiluokkien laajamittainen käyttö ohjaa

erilaisten putkenosien kysyntää ja tarjontaa kohti toisiaan. Putkisto on laskettu ja komponentit valittu painelaitedirektiivin vaatimalla tavalla jo kertaalleen, joten säästetään rahaa ja aikaa /3/.

Nimelliskoko (DN) on putkiston osien keskinäistä suuruutta kuvaava tunnus, jonka tarkoituksena on helpottaa toisiinsa sopivien putkiston osien valintaa.

Nimelliskoot ovat paljaita standardisoituja kokonaislukuja ja niitä ei saa käyttää mittalukuina piirustuksessa.

Putkistot voidaan jakaa toiminnan, virtausaineen tai olosuhteiden mukaan: /5/

- Teollisuusrakennuksien lämmitys- ja ilmastointiputkisto
- Kylmätekniset putkistot
- Kaasuputkistot
- Hydraulikka putkistot
- Ydinvoimalaitoksen putkistot
- Kunnallistekniset putkistot
- Pneumaattiset ja hydrauliset materiaalin siirtolinjat
- Vaarallisten aineiden putkistot
- Vesihöyryputkistot.

Putkistot voidaan jakaa myös materiaalin mukaan: /5/

- Ruostumattomat teräkset
- Seostetut hiiliteräkset
- Kuparimetallit
- Valuraudat
- Muut metallit, nikkeliseokset, titaani, alumiini
- Muovit.

Teräsputkisto (joihin kuuluu myös ruostumattomat ja seostetut hiiliteräkset) on tänä päivänä yksi eniten käytetty putkistojen materiaali. Ruostumattoman osuus on nousemassa sen hyvän korroosiokestävyysominaisuuden, hitsattavuuden ja muovattavuuden takia, eikä sitä tarvitse pintakäsitellä ennen käyttöönottoa. Teräsputkisto on ruostumattomana suhteellisen kallis sekä seostettuna hiiliteräksenä painava, koska sitä käytetään yleensä suuremmissa ainevahvuuksissa.

Muoviputkistot ovat yleistyneet varsinkin kunnallistekniikan alalla. Viemärit yms. putkistot, missä paineet eivät ole korkeita, tehdään tänä päivänä pääsääntöisesti muovista. Muovin etuja ovat keveys ja sitä kautta helppo asennettavuus, hyvä kemiallinen kestävyys sekä edullinen hankintahinta.

2.5. Kannakkeiden valinta

Putkistojen kannakesuunnittelu on tärkeä osa putkistojen kokonaissuunnittelua. Hyvin suunniteltu kannatus estää putkistovaurioita, lisää putkistojen elinikää sekä on esteettisesti hyvin toteutettu.

Kannatuksia suunniteltaessa pitäisi pyrkiä käyttämään hyväksi jo olemassa olevia teräsrakenteita mahdollisimman paljon. Suunnitteluvaiheessa tulee myös ottaa huomioon rakenteiden kestävyys ja tehdä tarvittavat lujuuslaskelmat.

Putkistojen kannatus rakentuu primäärikannakkeesta sekä sekundäärikannakkeesta. Primäärikannake on osa, joka on suoraan kosketuksessa putkistoon. /5/

Sekundäärikannake on esimerkiksi putkisilta, jonka päällä primäärikannake pitää putkistoa paikallaan. Sekundäärikannakkeiden materiaaleina käytetään yleensä muototeräksiä, kuten RHS, HEA, U- ja L-teräksiä.

Kannatus ottaa putkiston oman painon lisäksi vastaan myös putkiston käytöstä aiheutuvia voimia, kuten paineiskuja, lämpölaajenemista, värähtelyjä sekä tuuli- ja lumikuormia. Putkistossa ympäristöään lämpimämpi virtaava aine aiheuttaa lämpölaajennuksia ja liikkeitä.

Lämpöliikkeitä pyritään kompensoimalla putkiston suunnanmuutoksilla, paisuntalenkeillä, tasaimilla sekä jousi- ja vakiovoimakannakkeilla. /5/



Kuva 7. Yleisiä kannakkeita. /9/

Kuvassa 7 on esitetty yleisimpiä primäärikannakkeita, joita ovat riippu-, liuku-, ohjauspiste-, kiintopiste-, sekä jousikannakkeet. Sekundäärikannakkeiden tyyppi on täysin riippuvainen työkohteesta, joten niiden yleisintä tyyppiä on hankala jaotella. Erilaiset putkipalkeista tehdyt ratkaisut voidaan mainita ehkäpä yleisimpänä kannaketyyppinä. /5/

3. ESISUUNNITTELU

Tämän hetkinen järjestelmä, kuparinen putkisto, on tullut elinkaarensa päähän ja putkistoa on jouduttu korjaamaan. Varsinkin putkiston mutkat ovat olleet korjauksen kohteena. Jäähdytyksen tarvitsema vesimäärä ja sitä kautta putkiston alkuperäinen koko on ylimitoitettu. Alkuperäinen kuparinen hiekkasuodatin on edelleen käytössä, kun 80-luvulla uusitut ruostumattomasta teräksestä valmistetut hiekkasuodattimet ovat huollossa.

Kemijoki Oy on aloittanut tehonnosto- ja peruskunnostuksen laitoksilleen v. 1996. Vuosina 2012–2016 toteutetaan myös Lieksa- ja Pankakoskella em. kunnostukset, näitä ennen on tarkoitus vaihtaa uusi jäähdytysvesiputkisto vanhan tilalle. Muutostyö pitää olla valmis ennen peruskunnostuksen / tehonnoston alkamista, koska sen aikana toinen koneisto on käytössä ja näin jäähdytysveden tarve on jatkuvaa. Lisäksi tilat käyvät ahtaaksi, jos putkistomuutos tehtäisiin samaan aikaan.

Taulukko 3. Peruskorjaukset ja tehonnostot. /4/

Voimalaitos	Vuosi	Rakennus- virtaaman lisäys m³/s	Putous- korkeus m	Lisäteho MW	Lisä- energia GWh
Petäjäskoski I	2011	+50	20,5	10	7
Seitakorva II	2014	+60	24 - 17	14	5
Lieksankoski I-II	2012 2015		12,0	2	2
Pankakoski I-II	2013 2016		10,5	2	2
Porttipahta	2015	+50	30,0	13	2
Vajukoski	2016	+40	16,0	6	2
Kurittukoski	2017	+40	11,0	3	1
Yhteensä:				247	247

3.1. Putkiluokan määrittely

Käytettäväksi putken materiaaliksi valitaan ruostumaton teräsputki. Ruostumaton teräs on vesivoimalaitoksilla yleisesti käytetty vedensiirtoon käytetty materiaali. Lisäksi joitain osia tulevaan putkistoon löytyy valmiina Kemijoki Oy:n varastosta.

Ruostumaton putki soveltuu hyvin veden kuljettamiseen. Sillä on hyvä hitsattavuus / muokattavuus, eikä lämpölaajenemisella ole isoa merkitystä, koska putkilinja on suhteellisen lyhyt. Välille tulee useita mutkia, jotka ottavat pituuden muuttumisen huomioon sekä veden lämpötilan muutos on hyvin hidasta (vuodenaikojen mukaan 1 °C-22.°C). Putkistossa siirtyvän veden lämpötila ei muutu tämän prosessin aikana niin paljoa, että sillä olisi tässä tapauksessa jotain merkitystä.

Paine ei tule olemaan suuri, sillä järjestelmässä ei tule olemaan painetta nostavia pumppuja tai säiliöitä. Vesi tulee omalla paineella ja paine riippuu yläveden pinnan korkeudesta, paineen ollessa maksimissaan noin. 2 baria.

Putkiston paineluokaksi valitaan PN16, syynä tähän on osien soveltuvuus vanhaan putkistoon sekä osien saatavuus omasta varastosta.

3.2. Kannakkeiden määrittely

Putkiston kannakkeiksi valitaan sinkitty liukukannake, koska putkisto on terästä ja sen tulee päästä liikkumaan kannakkeissa. Sinkityn kannakkeen ja ruostumattoman putken väliin tulee kannakkeen levyinen kuminen eriste, joka estää kontaktin putken ja kannakkeen välillä. Kiinnike tulee kiila-ankkureilla kiinni betonirakenteisiin tai hitsaamalla teräsrakenteisiin mahdollisuuksien mukaan.

3.3. Suodattimen määrittely

Järjestelmän suodattimeksi valitaan Bernoulli /1/(liite 8). Tämän valmistajan suodattimet ovat käytössä jo muissakin yhtiön laitoksissa ja siitä on saatu hyviä käyttökokemuksia, lisäksi suodatin on todettu toimintavarmaksi /6/.

4. SUUNNITTELU

Suunnitteluvaiheessa kirjoitetaan puhtaaksi se tieto, mikä on tähän mennessä suunnittelussa tullut esille. Mitoitetaan putkikoko, valitaan suodattimen malli sekä tehdään työselostus ja materiaaliluettelo.

4.1. Putkisto

Putken halkaisijan määrää koneelle tarvittava vesimäärä ja virtausnopeus. Nämä tiedot on määritetty generaattorin jäähdytyspatteiden laitetoimittajan toimesta. Jäähdytysveden tarve (Q) yhdelle koneelle on 1115 l/min ja virtausnopeus (v) on 1,05 m/s. Näillä arvoilla pystytään laskemaan tarvittavan putken sisähalkaisija (d) seuraavalla kaavalla. /4/

$$Q = v * A \quad \Rightarrow \quad d = \sqrt{(4 * Q : \pi * v)}$$

Missä

Q on tilavuusvirta m³/s

v on virtausnopeus m/s

A on putken sisämitan poikkipinta-ala m²

d on sisähalkaisija m

Tästä saadaan yhdelle koneelle tarvittava putken halkaisija

d ~ 150 mm.

koska koneistoja on kaksi, pitää putken pinta-ala kaksinkertaistaa, tällöin saadaan

d ~ 212 mm..

Tarvittava vesimäärä kahdelle koneelle on $2 * 1115 \text{ l/min} = 2230 \text{ l/min}$. Putkikooksi valitaan seuraava koko ylöspäin eli DN200, jonka sisähalkaisija on 219,3mm. Tälle putkikoolle saadaan samalla kaavalla laskettua tilavuusvirta samalla kaavalla.

$$v = 1,05 \text{ m/s}$$

$$A = 0,38 \text{ m}^2$$

$$Q = v * A$$

Valitulla putkikoolla koneille menee vettä 2380 l/min, joka ylittää tarvittavan vesimäärän.

Suodattimien kohdalla putkikoko muuttuu DN150 ja putken sisähalkaisija on 168,3 mm . Tälle putkikoolle saadaan tilavuusvirta laskettua.

$$v = 1,05 \text{ m/s}$$

$$A = 0,22 \text{ m}^2$$

$$Q = v * A$$

Tällä putkikoolla menee vettä 1410 l/min, koska suodattimia on kaksi niiden yhteinen läpi menevä vesimäärä 2829 l/min riittää jäähdytykseen. Suodattimet toimivat vuorotellen, yhden suodattimen puhdistus aika on niin lyhyt, ettei sillä ole vaikutusta järjestelmän toimivuuteen.

4.2. Suodatinjärjestelmä

Järjestelmän suodattimeksi on valittu Bernoulli- suodatin. Valmistajan teknisistä tiedoista saadaan selville oikea malli järjestelmälle. Malliksi valitaan BSS 150, putkikoon (DN 150) sekä riittävän virtauskapasiteetin vuoksi (4980 l/min).

4.3. Työselostus

Työselostus tehdään työntekijälle avuksi työmaalle tapahtuvaa putkiston asentamista varten, siinä kerrotaan pääpiirteittäin työn eri vaiheet.

Kuvan 8 ruostumattomat hiekkasuodattimet poistetaan, jolloin saadaan tilaa uudelle putkistolle. Alkuperäinen suodatin kuvassa 9, jätetään käyttöön kunnes uusi järjestelmä saadaan toimintakuntoon.



Kuva 8. Ruostumattomat suodattimet.

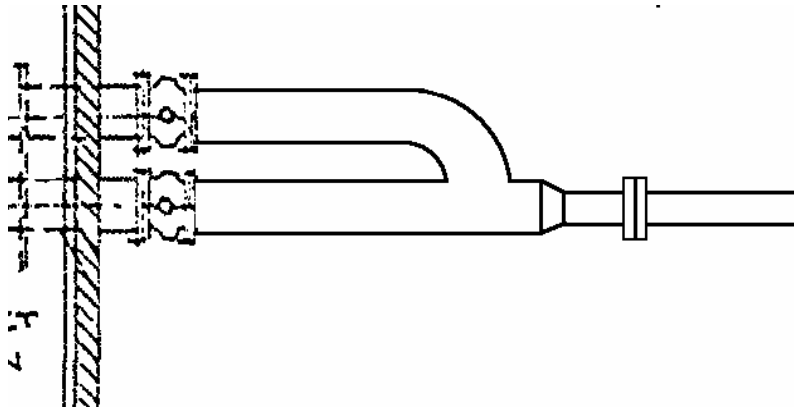


Kuva 9. Alkuperäinen suodatin.

Kuvassa 10 näkyy laitoksen ulkopuolelta tulevat kaksi DN 250 putkea, joista ylempi suljetaan umpilaipalla putkiston vaihtotyön ajaksi (liite 6). Uusi putkilinja tulee lähtemään alemman putken mukaisesti (kuva 11). Kun uusi järjestelmä on saatu tehtyä, niin molemmat putket yhdistetään samaan linjaan.



Kuva 10. Laitoksen ulkopuolelta tulevat jäädytysvesiputket.



Kuva 11. Lopullinen jäähdytysvesiputkien sijoitus.

Kuvassa 12 näkyy vanha palopostilinjasto, joka puretaan ja otetaan pois käytöstä.

Uusi jäähdytysvesilinja menee vanhan huuhteluputken (kuva 15) mukaisesti turpiinikerrokseen. (Liite 5)

Suodatinyksikkö tehdään etukäteen (liite 3) ja asennetaan turpiinikerrokseen (kuva 14).

Taso laitteistolle tehdään paikan päällä. Suodattimelta koneille menevät putket kulkevat generaattorin ulkopuolella (liite 4). Suodattimelta lähtevä huuhteluputki asennetaan II - koneelta poistuvaan jäähdytysvesilinjaan (kuva 15.)



Kuva 12. Palopumppu linjasto.



Kuva 13. Vanha huuhteluputki.



Kuva 14. Suodatinyksikön paikka.



Kuva 15. II- koneelta poistuva jäähdytysvesi.

4.4. Materiaaliluettelo

Osa materiaaleista (liite 7) löytyy jo valmiina Kemijoki Oy:n Petäjäskosken varastolta, joka on merkitty listaan. Lisäksi osa osista lähetetään Rovaniemen korjaamolle Ahjotielle, jossa tehdään suodatinyksikkö valmiiksi (liite 3) vietäväksi Lieksankoskelle.

4.5. PI-kaavion päivittäminen

Vanhat piirustukset ovat 60-luvulta ja niistä puuttui useita jälkeenpäin lisättyjä komponentteja. Peruskunnostusta tehtäessä, samalla uusitaan osittain koneistoautomaatio. Tämä on myös osasy syy piirustuksien päivittämiseksi.

4.6. Positionumeroinnin tekeminen

Kaikki piirustukset tehdään vastamaan sitä käytäntöä, mikä on tämän päivän standardien mukaista. Laitokselle tehdään PI - kaavioon positionumerointi, mitä ei ole vielä tällä laitoksella käytössä. Numeroinnin jälkeen jäähdytysvesiputkisto, kaavio ja luettelo vastaavat toisiaan. Näin komponenttien tunnistaminen helpottuu. (Liite 2)

5. EDUT JA HYÖDYT

Opinnäytetyön avulla Kemijoki Oy saa jäähdytysjärjestelmän uusimista varten tarvittavan materiaaliluettelon kappalemäärineen. Lisäksi työssä määritetään materiaalin varastointipaikka.

5.1. Työntekijä

Putkiston tekijöille saadaan työselostus työpiirustuksineen. Tämä helpottaa tekijän kokonaiskuvan hahmottamista, mikä edesauttaa putkistomuutoksen valmistumista ajallisesti.

5.2. Ostaja

Tarjouspyynnön tekemisen eri komponenteista ja niiden määristä helpottuu opinnäytetyön avulla. Luettelosta löytyy myös materiaali, joka on käyttämättä omassa varastossa, näin saadaan tältä osalta varastoarvoa pienennettyä.

5.3. Budjetin laatija

Opinnäytetyöstä käy selville materiaalin määrä ja laatu, sekä miten eri komponentit on laitokseen sijoitettu. Näin saadaan tarkempi kuvaus putkistomuutostyön kokonaisbudjetin laatijalle.

5.4. Arkistointi

PI-kaavio piirrettiin uudelleen vastaamaan tämän päivän piirustuskäytäntöä. Kaavio on sähköisessä muodossa ja tarvittaessa helposti tallennettavissa / muokattavissa. Kaaviossa on mukana myös komponenttien numerointi, mikä helpottaa mm. huoltoa ja järjestelmän kunnossapitoa tulevaisuudessa.

6. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella vesivoimalaitoksen jäähdytysvesiputkiston muutostyö. Työn tekemisen aloittaminen oli alkutaipaleella hapuilevaa, sillä aiempi suunnittelukokemus oli ollut lähinnä osien mallintamista. Työssä tuli paljon vastaan uusia asioita putkistosuunnittelusta, mitä ei aiemmin ole tullut mieleen putkilinjan nähdessä.

Aiempi kokemus putkilinjoista on ollut vain joitain pienempien muutoksien tekoa tai komponenttien vaihtotyötä. Työmaakohteissa olen kiinnittänyt huomiota putkilinjaston monimutkaisuuteen ja vaikeaan sijoitteluun rakenteissa. Valmiista putkilinjasta on vaikea nähdä suunnittelijan ammattitaidon vaatimaa moniosaamista.

Työ oli antoisa, sillä siinä joutui paneutumaan moneen asiaan erilaisista näkökulmista mm. kuvien dokumentointiin, materiaaliluetteloiden tekemiseen, tavarantoimittajien tuoteluetteloihin tutustumiseen, standardien tutkimiseen, tilavuusvirtojen laskemiseen ja työselostuksen tekemiseen.

Ajattelin työni alussa, että siihen olisi voinut sisällyttää myös kustannusten laskemista. Työhön käytettyjen satojen tuntien jälkeen myös kustannusten pois jättäminen on saanut ymmärrystäni osakseen. Eri suodattimien ominaisuuksien tutkimiseen ja tulosten selvittämiseen olisi työssäni voinut enemmän syventyä. Käytössä olevat suodattimet on hyväksi havaittu, joten niitä ei lähdetty muuttamaan.

Yksinkertainenkin putkilinja vaatii osaamista useilla eri osa-alueilla. Sitä kautta arvostukseni putkistosuunnittelijoita kohtaan on noussut huomattavasti työni edetessäni loppua kohden.

Toivottavasti pääsen näkemään valmiin työn, sillä vaikka suunnittelutyöhön on käytetty paljon aikaa, niin silti se on hyvin lyhyt ajanjakso valmiin jäähdytysvesiputkiston elinkaaressa.

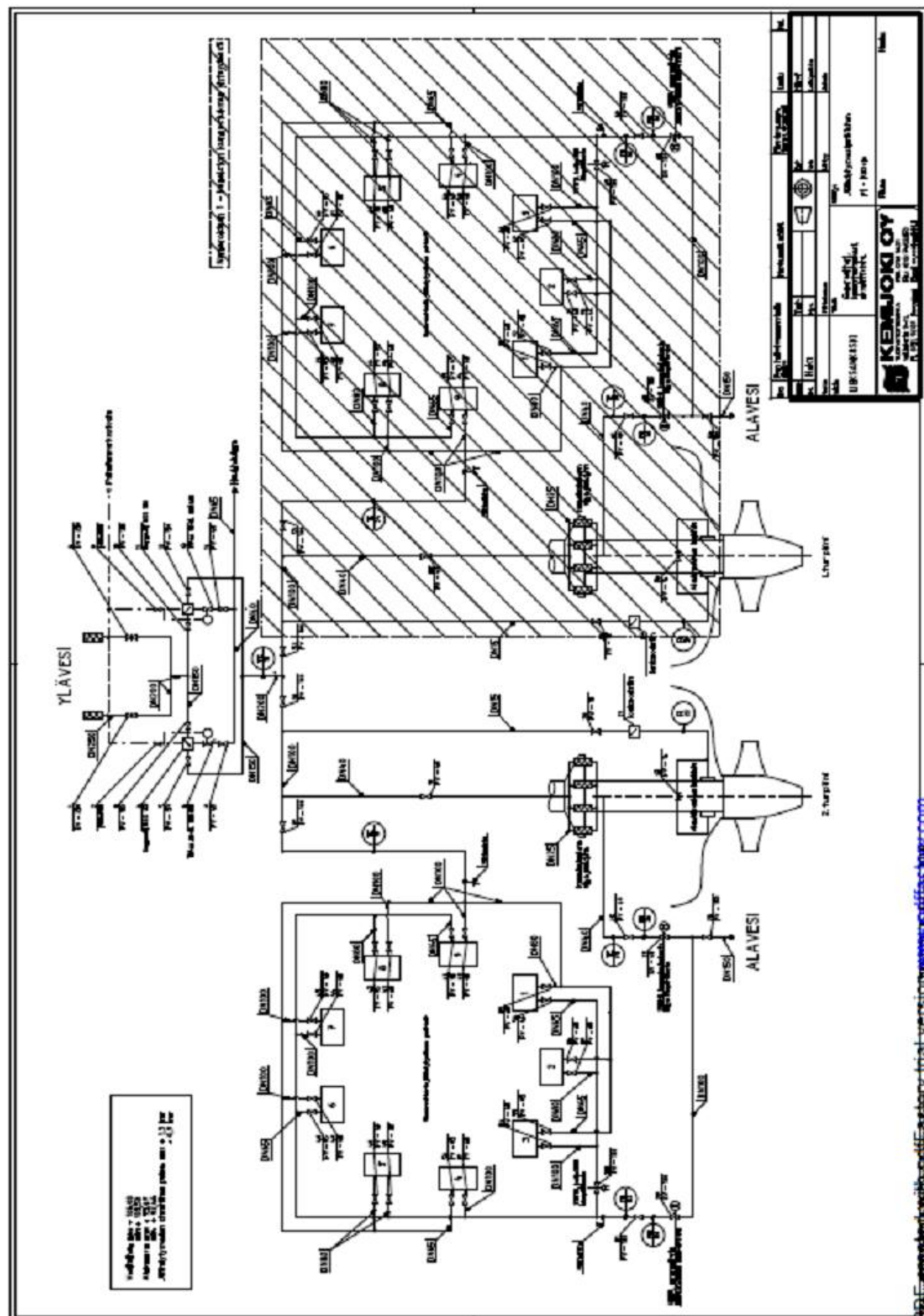
7. LÄHDELUETTELO

- /1/ Bernoulli suodatin, Esite, [www -dokumentti],
[http://www.sarlin.com/includes/file_download.asp?deptid=6469&fileid=2844&file=Bernoulli_luonnonvesisuodatin_5_2007.pdf&pdf=1], 20.10.2011
- /2/ Forselius, Leila, Keuda Kerava, Prosessin ohjaus, [www –dokumentti],
[<http://moodle.keuda.fi/kansiot/kao-lf/PI-KAAVIOT/VESIPROSESSI>] 10.10.2011
- /3/ Joroinen, Olli-Pekka, Viertävä, Jari, Putkiluokilla tehoa putkistosuunnitteluun, Promaint, 3/2008, sivut 44 – 46 [www. -dokumentti]
[www.promaint.net/downloader.asp?id=2988&type=1], 19.10.2011
- /4/ Kemijoki Oy, kotisivu [WWW- dokumentti], [www.kemijoki.fi], 1.10.2011
- /5/ Kesti, Marko, Teollisuudenputkistot, VAPK – kustannus, 1992
- /6/ Leppänen, Ari, Koneinsinööri haastattelu, Kemijoki Oy, 4.6.2011
- /7/ Oulun seudun ammattikorkeakoulu, automaatiotekniikka, [www –dokumentti],
[http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm], 11.11.2011
- /8/ Pere, Aimo, Koneenpiirustus 1&2, Kirpe – kustannus, 2009

8. LIITELUETTELO

1. PI-kaavio
2. PI-kaavion osaluettelo
3. Suodatinputkisto
4. Putkisto päältä
5. Putkisto sivulta
6. Muutoksen aikainen kuva
7. Materiaaliluettelo
8. Bernoulli- suodattimen tekniset tiedot

Liite 1. PI-kaavio



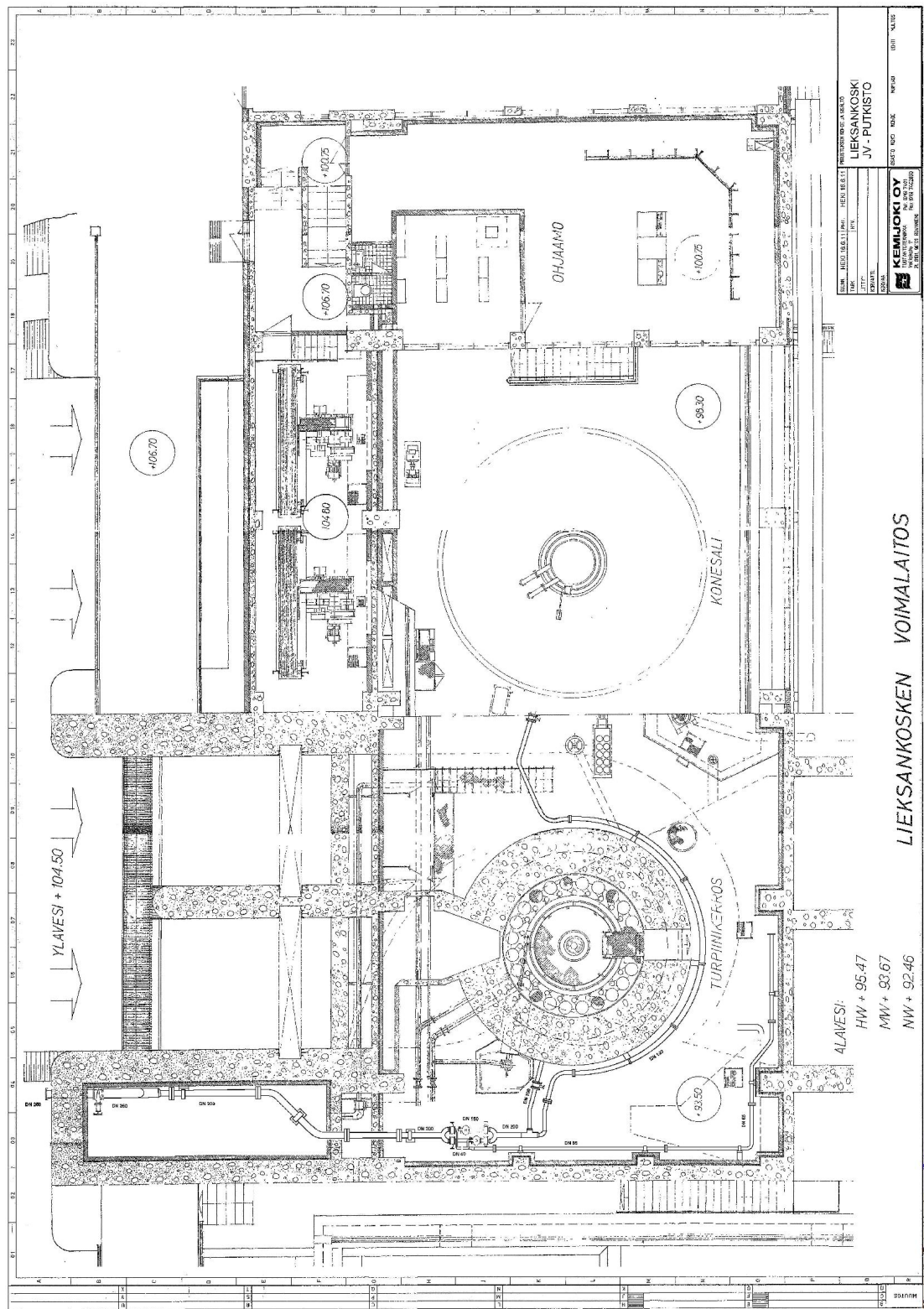
Liite 2. PI-kaavion osaluettelo

LIEKSANKOSKEN PI - KAAVION OSALUETTELO			
KAIKKI OSAT OVAT RUOSTUMATTOMIA / HAPONKESTÄVIÄ			
OSA	NIMIKE	TYYPPI / VALMISTAJA	HUOM
1	Kiilaluisti venttiili	DN - 250	
2	Palloventtiili	Koko, verkoston mukaisesti	
3	Palloventtiili	DN - 150	
4	Suodatin, toimilaite	BSS 150 / Bernoulli	
5	Palloventtiili	DN - 150	
6	Palloventtiili, toimilaite	Suodattimen mukana / Bernoulli	
7	Palloventtiili	DN - 40	
8	Kiilaluisti venttiili	DN - 250	
9	Palloventtiili	Koko, verkoston mukaisesti	
10	Palloventtiili	DN - 150	
11	Suodatin, toimilaite	BSS 150 / Bernoulli	
12	Palloventtiili	DN - 150	
13	Palloventtiili, toimilaite	Suodattimen mukana / Bernoulli	
14	Palloventtiili	DN - 40	
15	Lämpötila - anturi		
16	Palloventtiili	DN - 100	
17	Palloventtiili	DN - 100	
18	Lämpötila - anturi		
19	Palloventtiili	DN - 40	
20	Palloventtiili	DN - 15	
21	Ionisuodatin		
22	Virtausmittaus, osoitin		
23	Palloventtiili	DN - 15	
24	Lämpötila - anturi		
25	Palloventtiili	DN - 40	
26	Virtausmittaus, anturi, osoitin		
27	Säätöventtiili, toimilaite	DN - 40	Myös käsisäätö
28	Palloventtiili	DN - 150	
29	Säätöventtiili, toimilaite	DN - 100	Myös käsisäätö
30	Virtausmittaus, anturi, osoitin		
31	Palloventtiili	DN - 100	
32	Lämpötila - anturi		
33	Säätöventtiili, toimielin	DN - 100	Käsisäätö
34	Palloventtiili	DN - 65	
35	Palloventtiili	DN - 65	
36	Palloventtiili	DN - 65	
37	Palloventtiili	DN - 65	
38	Palloventtiili	DN - 65	
39	Palloventtiili	DN - 65	
40	Palloventtiili	DN - 65	
41	Palloventtiili	DN - 65	
42	Palloventtiili	DN - 65	
43	Palloventtiili	DN - 65	
44	Palloventtiili	DN - 65	
45	Palloventtiili	DN - 65	
46	Palloventtiili	DN - 65	
47	Palloventtiili	DN - 65	
48	Palloventtiili	DN - 65	
49	Palloventtiili	DN - 65	

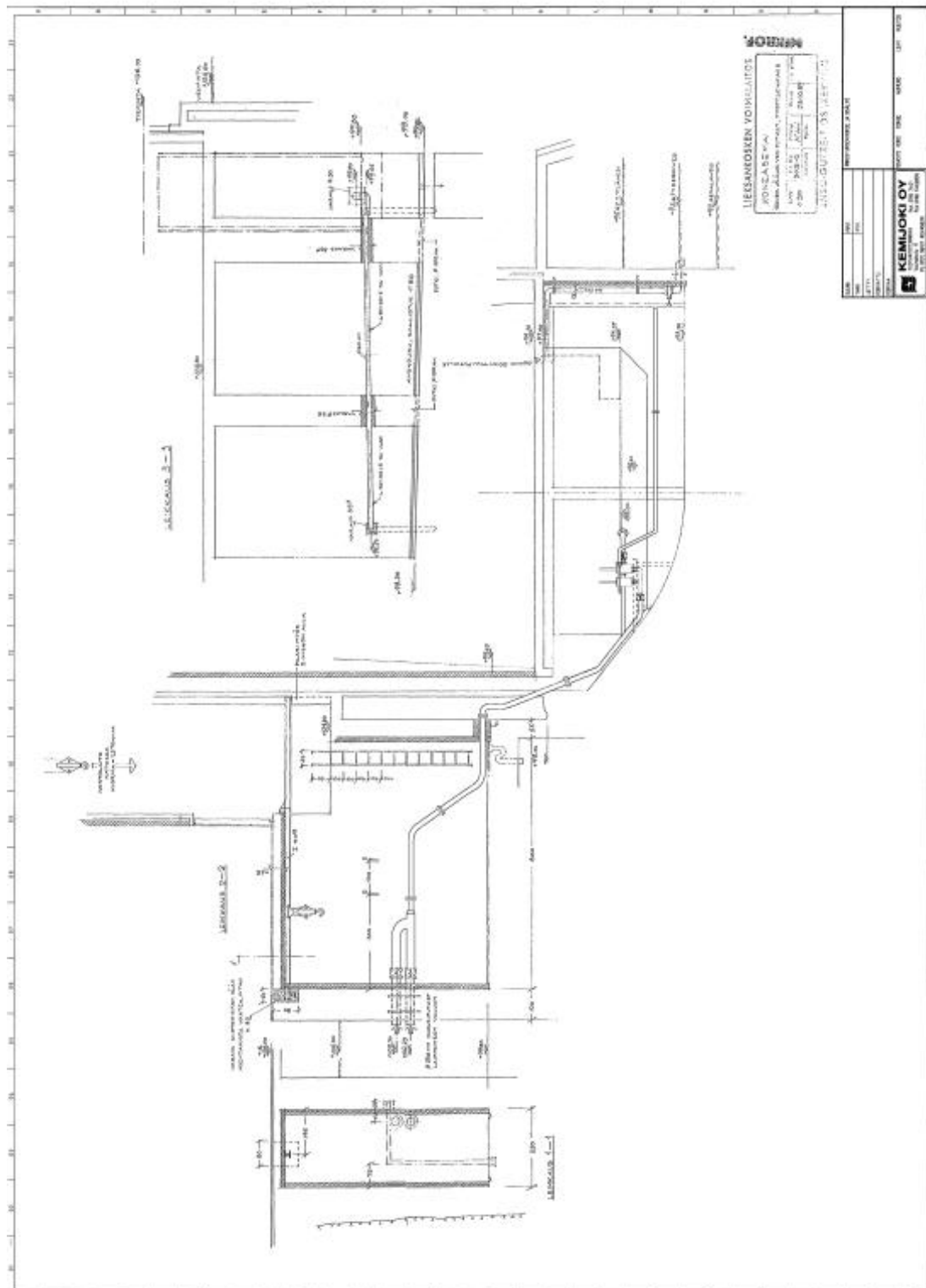
Liite 2/1

LIEKSANKOSKEN PI - KAAVION OSALUETTELO			
KAIKKI OSAT OVAT RUOSTUMATTOMIA / HAPONKESTÄVIÄ			
OSA	NIMIKE	TYYPPI / VALMISTAJA	HUOM
50	Palloventtiili	DN - 65	
51	Palloventtiili	DN - 65	
52	Palloventtiili	DN - 100	
53	Palloventtiili	DN - 100	
54	Lämpötila - anturi		
55	Palloventtiili	DN - 40	
56	Palloventtiili	DN - 15	
57	Ionisuodatin		
58	Virtausmittaus, osoitin		
59	Palloventtiili	DN - 15	
60	Lämpötila - anturi		
61	Palloventtiili	DN - 40	
62	Virtausmittaus, anturi, osoitin		
63	Säätöventtiili, toimilaite	DN - 40	Myös käsisäätö
64	Palloventtiili	DN - 150	
65	Säätöventtiili, toimilaite	DN - 100	Myös käsisäätö
66	Virtausmittaus, anturi, osoitin		
67	Palloventtiili	DN - 100	
68	Lämpötila - anturi		
69	Säätöventtiili, toimielin	DN - 100	Käsisäätö
70	Palloventtiili	DN - 65	
71	Palloventtiili	DN - 65	
72	Palloventtiili	DN - 65	
73	Palloventtiili	DN - 65	
74	Palloventtiili	DN - 65	
75	Palloventtiili	DN - 65	
76	Palloventtiili	DN - 65	
77	Palloventtiili	DN - 65	
78	Palloventtiili	DN - 65	
79	Palloventtiili	DN - 65	
80	Palloventtiili	DN - 65	
81	Palloventtiili	DN - 65	
82	Palloventtiili	DN - 65	
83	Palloventtiili	DN - 65	
84	Palloventtiili	DN - 65	
85	Palloventtiili	DN - 65	
86	Palloventtiili	DN - 65	
87	Palloventtiili	DN - 65	

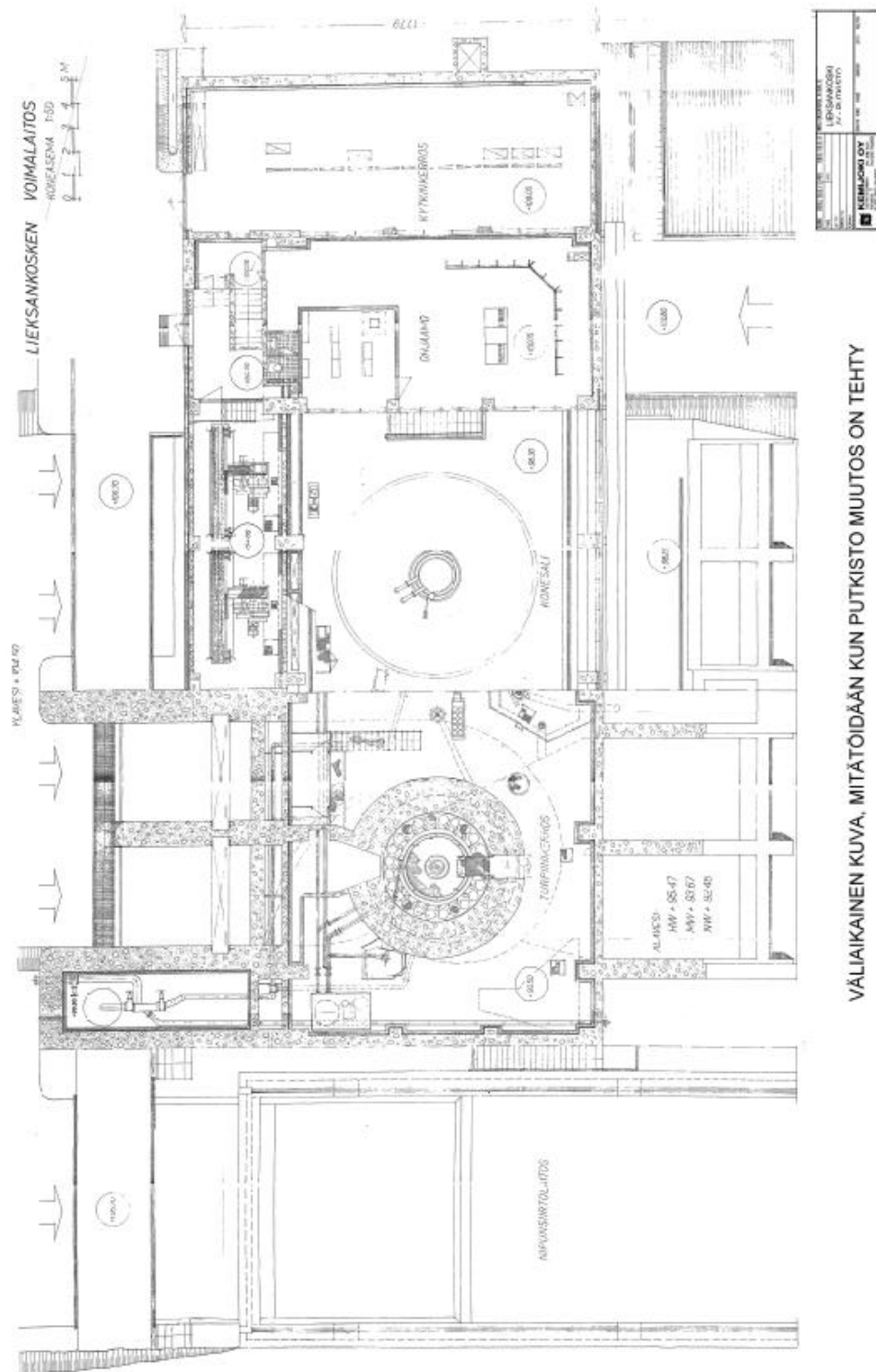
Liite 4. Putkisto päältä



Liite 5. Putkisto sivulta



Liite 6. Väliaikainen putkistokuva



Liite 7. Materiaaliluettelo

Koko	Nimike	Malli	Materiaali	Kpl / määrä	Std.	PT'n varasto	Tilataan kpl	Ahjotielle
DN 250	Putki	273,0 x 3,0	Rst	6m	EN 1.4307		6m	
	Kartio	273,0 x 219,1 x 2,5	Hst	1	EN 1.4432		1	
	Kaulus	273,0 PN16	Hst	2	EN 1.4404		1	
	Käyrä	273,0 x 3,0	Rst	1	EN 1.4307	1 kpl		
	Laippa	250 x 273,0 PN16	Fe, sinkitty	2			2	
	Umpilaippa	173,0 PN16	Fe, sinkitty	1			1	
	Laippatiiviste	1,5 mm		4			4	
DN 200	Putki	219,3 x 3,0	Rst	18m	EN 1.4307	18m		1m
	Kartio	219,3 x 168,3 x 2,5	Hst	4	EN 1.4432	2 kpl	2	2 kpl
	Kaulus	219,3 x 3,0	Hst	12	EN 1.4404	3 kpl	9	
	Käyrä	219,3 x 3,0	Rst	15	EN 1.4307	7 kpl	8	4 kpl
	Laippa	200 x 219,1 PN16	Fe, sinkitty	12			12	
	Laippatiiviste	1,5 mm		6			6	
	Kannake	NS 200 / 206	Fe, sinkitty	4			4	
DN 150	T-haara istutettu	219,1 x 3,0	Hst	1	EN 1.4432			
	Putki	168,3 x 3,0	Rst	3m	EN 1.4307	3m		3m
	Kaulus	168,3 x 3,0	Hst	12	EN 1.4404	3 kpl	12	12 kpl
	Käyrä	168,3 x 3,0	Rst	2	EN 1.4307		2	
	Laippa	150 x 168,3 PN16	Fe, sinkitty	12			12	12 kpl
	Laippatiiviste	1,5 mm		8			8	8 kpl
	Kannake	NS 150 / 155	Fe, sinkitty	4			4	4 kpl
DN 100	Palloventtiili, käsi	DN 150, laipallinen	Hst	4			4	4 kpl
	Putki	114,3 x 3,0	Rst	18m		18m		
	Kartio	114,3 x 3,0 x 3,0	Hst	2			2	
	Kaulus	114,3 x 3,0	Hst	13		9 kpl	4	
	Käyrä	114,3 x 3,0	Rst	7	EN 1.4307	5 kpl	2	
	Laippa	100 x 114,3 PN16	Fe, sinkitty	12		10 kpl	2	
	Kannake	NS 100 / 105	Fe, sinkitty	10		10 kpl		
DN 65	Palloventtiili, käsi	DN 100, laipallinen	Hst	2				
	Laippatiiviste	1,5 mm		7				
	Putki	76,1 x 2,0	Rst	18 m	EN 1.4307		18 m	6m
	Kartio	76,1 x 48,3 x 2,0	Hst	2	EN 1.4432		2	2 kpl
	Kaulus	76,1 x 3,0	Hst	13	EN 1.4404	6 kpl	7	2 kpl
	Käyrä	76,1 x 2,0	Rst	6	EN 1.4307	3 kpl	3	
	Laippa	65 x 76,1 PN16	Fe, sinkitty	13			13	2 kpl
DN 40	Kannake	NS 65 / 70	Fe, sinkitty	7			7	
	T-haara istutettu	76,1 x 2,0	Hst	1		1 kpl		1 kpl
	Laippatiiviste	1,5 mm		7			7	1 kpl
	Putki	48,3 x 2,0	Rst	3m	EN 1.4307		3m	3m
	Käyrä	48,3 x 2,0	Rst	3	EN 1.4307	3 kpl		3 kpl
	Hitsattava kierre	48,3 / 1 ½"	Hst	6	316L	4 kpl	2	6 kpl
	Kannake	NS 40 / 44	Fe, sinkitty	2			2	2 kpl
DN 40	Palloventtiili, käsi	1 ½"	Hst	2		2 kpl		2 kpl

Liite 7/1

Koko	Nimike	Malli	Materiaali	Kpl / määrä	Ahjotie
MUUTA					
	Suodatin	Bemould BSS 150	AISI 316L	2	2 kpl
	Neliöputki	50 x 50 x 5	S 355	12m	12m
	Lattatanko	5 x 50	S 355	6m	6m
	Kuusioruuvi	M24 x 100	Fe, sinkitty	26	
		M20 x 90	Fe, sinkitty	160	100
		M16 x 70	Fe, sinkitty	25	5
	Mutteri	M24	Fe, sinkitty	26	
		M20	Fe, sinkitty	160	100
		M16	Fe, sinkitty	25	5
	Kiila-ankkuri	M12 / 5	Fe, sinkitty	40	
	Hikoilun estomaali	Anticom 200		40 litraa	

Liite 8. Bernoulli suodatin

Bernoulli System AB

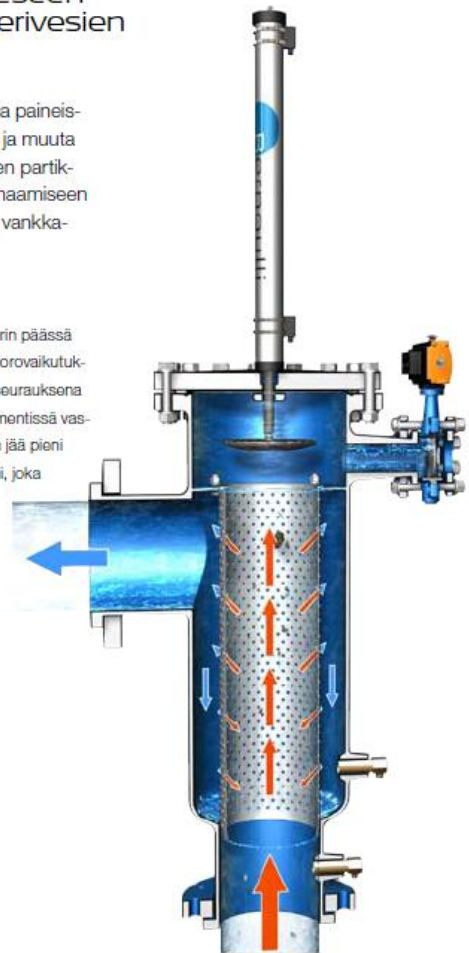
Bernoulli-luonnonvesisuodatin

Alkuperäinen David Bernoullin periaatteeseen perustuva suodatin joki-, järvi- ja merivesien suodatuksen.

Bernoulli AB kehittää ja toimittaa itsepuhdistuvia automaattisuodattimia paineistettuihin järjestelmiin. Suodattimilla voidaan poistaa sedimenttiä, limaa ja muuta kiintoainetta, jota tyypillisesti on luonnonvesissä sekä prosessinesteiden partikkeleita. Bernoulli-suodattimen puhdistusmekanismi perustuu hydrodynaamiseen ilmiöön, minkä seurauksena suodatin on äärimmäisen yksinkertainen, vankka-rakenteinen sekä luotettava.

Bernoulli-suodattimen puhdistusmekanismi

Bernoulli-suodattimen nerokas puhdistusmekanismi perustuu pneumaattisen sylinterin päässä olevan puhdistusmännän ja suodattimen rungon sisällä olevan suodatinelementin vuorovaikutukseen. Kun suodatin on likainen, suodattimen oma logiikka antaa hälytyksen, minkä seurauksena paineilmasylinterissä oleva mäntä liikkuu paineilman avulla edestakaisin suodatinelementissä vasten puhdistettavaa nestettä. Männän päässä olevan levyn ja suodatinelementin väliin jää pieni tila, minkä seurauksena sihdin ja männän levyn väliin muodostuu paikallinen vakuumi, joka irrottaa lian suodatuselementin sisäpuolelta. Koska puhdistus perustuu paikalliseen vakuumiin, suodattimeen kohdistuu äärimmäisen pieni mekaaninen rasitus, mikä alentaa käyttökustannuksia huomattavasti.



Edut

- yksinkertainen ja nerokas puhdistusmekanismi, joka on tehokas ja suodatinta vähän kuormittava
- suodattimessa on vähän liikkuvia osia, mikä takaa korkean luotettavuusasteen ja yksinkertaiset huoltotoimenpiteet
- matala huuhtelupaine: ainoastaan 0,3 bar g
- helppo asentaa: Bernoulli-suodatin voidaan asentaa suoraan putkistoihin tilavaatimusten mukaisesti miten päin tahansa
- erinomainen korroosion vastustuskyky: Suodattinrunko voi olla PVC:tä tai lasikuituvahvistettua polyesteriä (GRP), jotka ovat erinomaisia vaihtoehtoja merivedelle tai ruostumatonta terästä makealle vedelle. Suodatinelementti voidaan tarvittaessa valmistaa titaanista tai ruostumattomasta teräksestä.



Suodatusvaihe

Huuhtelulinjan venttiili on suljettu. Mäntä on suodatinelementin ulkopuolella.



Huuhteluvaihe 1

Huuhtelu käynnistyy tuplavalvontalogikan mukaisesti joko ajastimen tai paine-eron mukaan.



Huuhteluvaihe 2

Männänlevy liikkuu kaksi kertaa suodatuselementin läpi poistaen elementtiin kiinnittyneet likapartikkelit.

www.bernoulli.se

Liite 8/1

Bernoulli
-luonnonvesisuodatin

- luotettavuuden edelläkävijä
nestesuodatuksessa



Yleiskuva Bernoullin tyypillisestä asennuksesta:
levylämmönlaitteen (PHE) suojaus.

Tekninen erittely

Suodatin- tyyppi	Runko- materiaali	Suunnit- telupaine	Maksimi toimintalämpötila
BSC	C-PVC	8 bar g	70°C
BSP	PVC	10 bar g	40°C
BSG	GRP	6/10 bar g	60°C
BSS	AISI 316L	10 bar g	80°C

Suodatusaste:
Maksimipartikelikoko:
Minimi huhtelupaine:

0,1 – 2,0 mm

40 mm

Alkaen 0,3 bar g

Materiaalit

Suodatinrunko:
Suodatinkori:
Pneumaattinen säiliö:
Männän tiiviste:
Huuteluun venttiili:

Kuten ilmoitettu yllä
AISI 316L tai titaani
AISI 316L
Polyuretaani
PVC tai AISI 316L

Hallintalaitteet

Pneumaattisesti toimivat, ilmanpainevaatimus 6 bar
• Jännite 230 V / 120 V (tarvittaessa 400 V),
• Taajuus 50 Hz / 60 Hz
• Ohjauskotelo muovista (optiona AISI316L)

Toiminnot

- Sähköiset
- Kaksoisvalvontalogiikka: ajastin- ja paine-erohallinta

Kytkenä tiedot ohjausjärjestelmään

- Suodatin on toiminnassa
 - Suodatin huutelee
 - Hälytys
- Suodatin voidaan sammuttaa ja käynnistää uudelleen
etänä. Paikallistietoa tulee aina toimituksen mukana.

Laippaliitännät

- DIN PN 10
- ANSI 150

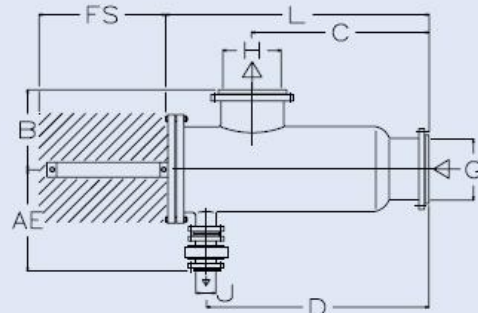
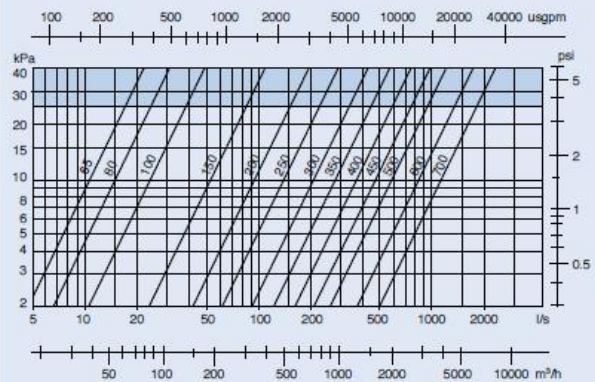
SARLIN

Sarlin Oy Ab

Käyntiosoite: Kaivokselantie 3-5, 01610 Vantaa
Postiosoite: PL 750, 00101 Helsinki
Puhelin: 010 550 4000
Faksi: 010 550 4201
info@sarlin.com
www.sarlin.com

Bernoulli System AB

Valintataulukko



SUODATIN- TYYPPI	VIRTALASKAPAKSITTEET		MITAT (mm)								PAINO (kg)
	MAX. PNE.	HUUTOLU (Pa)	AE	B	C	D	L	FS	G/H	J	
Suodatinrunko C-PVC											
BSC 65	17	2	-	205	390	300	480	330	DN 65	BSP 1"	12
Suodatinrunko PVC											
BSP 80	23	3	330	235	385	490	650	470	DN 80	DN 40	17
BSP 100	36	4	335	275	440	550	735	470	DN 100	DN 40	24
Suodatinrunko GRP											
BSG 100	36	4	397	200	385	495	630	470	DN 100	DN 40	18
BSG 150	83	9	452	275	530	675	830	650	DN 150	DN 40	40
BSG 200	145	17	533	350	705	860	1100	700	DN 200	DN 50	60
BSG 250	235	26	403	400	825	1050	1270	1000	DN 250	DN 100	105
BSG 300	325	37	453	475	1000	1250	1500	1100	DN 300	DN 100	160
BSG 350	450	50	453	475	1100	1380	1650	1200	DN 350	DN 100	180
BSG 400	580	67	503	600	1240	1540	1800	1200	DN 400	DN 100	300
BSG 450	735	85	553	650	1450	1770	2050	1650	DN 450	DN 100	500
BSG 500	910	105	608	700	1600	2050	2350	1650	DN 500	DN 150	550
BSG 600	1300	150	706	800	1800	2250	2650	1800	DN 600	DN 150	800
BSG 700	1770	200	806	850	2250	2750	3250	2150	DN 700	DN 150	1300
Suodatinrunko AISI 316L											
BSS 80	23	3	252	165	340	455	590	460	DN 80	BSP 1½"	30
BSS 100	36	4	302	175	350	465	600	460	DN 100	BSP 1½"	37
BSS 150	83	9	352	250	500	600	800	700	DN 150	BSP 2"	90
BSS 200	145	17	386	300	630	810	980	700	DN 200	BSP 2"	140
BSS 250	235	26	378	350	750	975	1175	1000	DN 250	DN 100	210
BSS 300	325	37	433	380	800	1160	1370	1100	DN 300	DN 100	270
BSS 400	580	67	513	450	1050	1350	1600	1250	DN 400	DN 100	550



Bernoulli System AB, Skiffervägen 20, SE-224 78 LUND, SWEDEN
Tel: +46 46-38 5510 • Fax: +46 46-38 5519 • info@bernoulli.se

www.bernoulli.se